QUÍMICA ilustrada

Prof. Márcio Azulay

RADIOATIVIDADE



SUMÁRIO

Química Ilustrada
Radioatividade
1ª Edição • 2022

03 Radiação

04 Alfa
09 Beta
14 Gama
17 Lista Extra

20 Meia Vida

1. Este volume se dedica a estudar a química nuclear e os decaimentos radioativos

2. Siga os números e depois as suas respectivas setas.

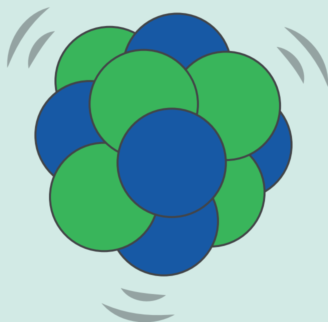
3. Os **exercícios respondidos** estão em verde, os **desafios** estão em laranja. **Boa leitura!**

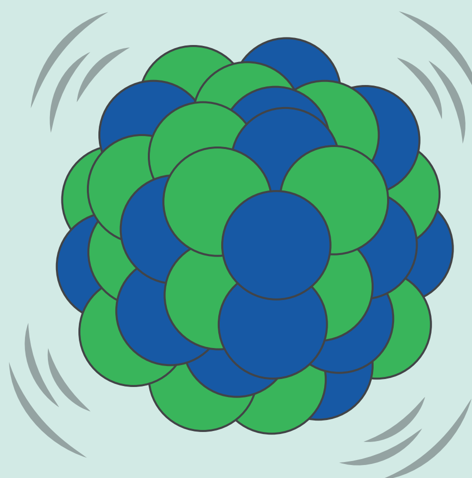


Radiação

Márcio Azulay exatas

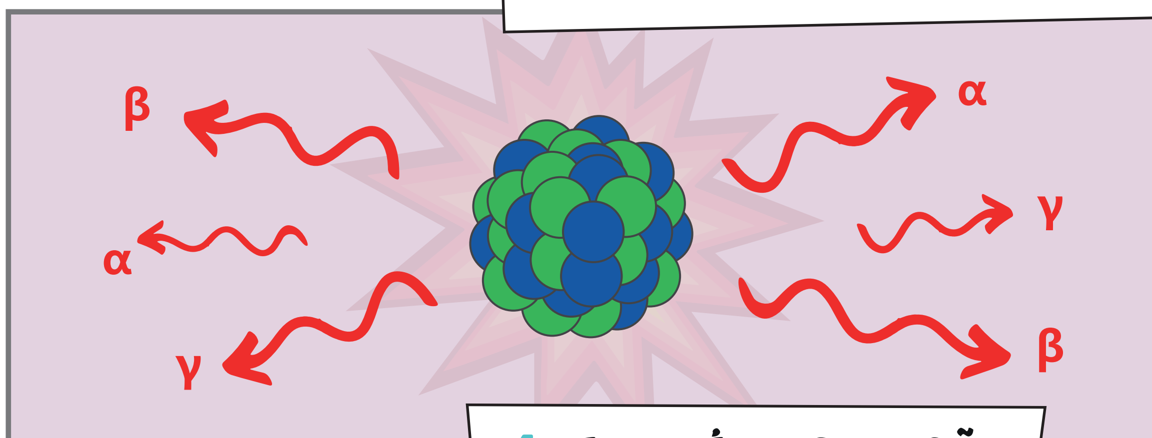
1. EXISTEM ÁTOMOS COM NÚCLEOS PEQUENOS QUE SÃO BEM ESTÁVEIS.





2. E OUTROS ÁTOMOS COM NÚCLEOS GIGANTES, CHEIOS DE PRÓTONS E NÊUTRONS, ESSES COSTUMAM SER MAIS INSTÁVEIS

3. E POR SEREM INSTÁVEIS, PODEM ACABAR QUEBRAN-DO E EMITINDO PARTÍCULAS.



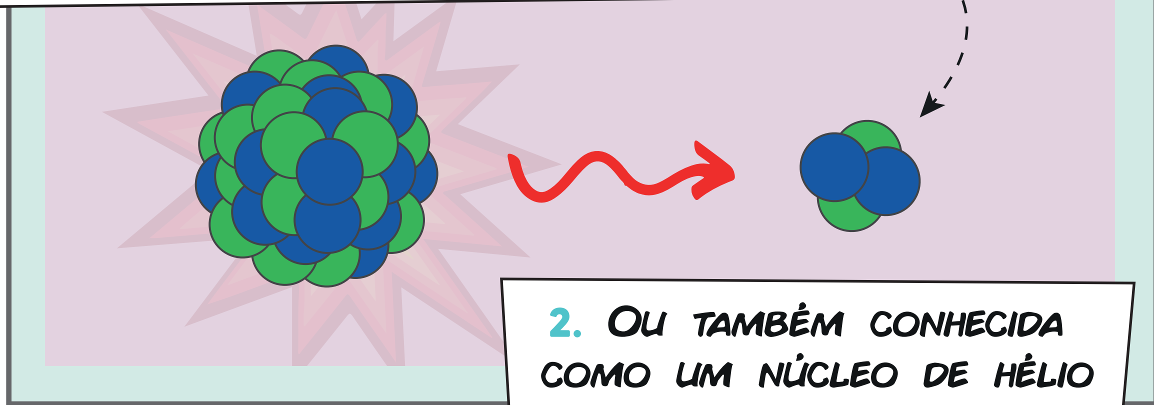
4. ESSA É A RADIAÇÃO

5. EXISTEM 3 TIPOS: A "ALFA", "BETA" E "GAMA"

Alfa

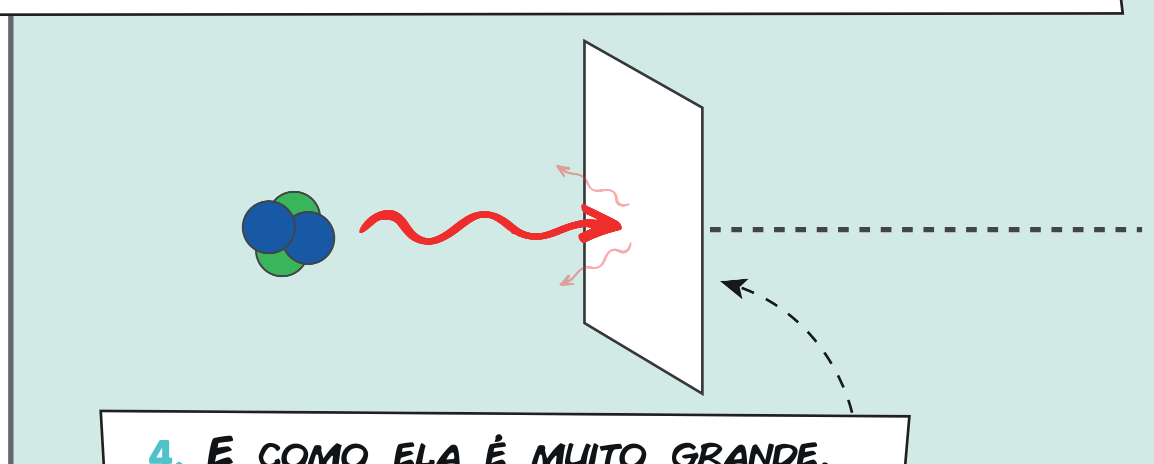
Márcio Azulay exatas

1. Uma dessas partículas radioativas emitidas pelo núcleo é a alfa, formada por 2 prótons e 2 nêutrons



2. Ou também conhecida como um núcleo de hélio

3. Por ser muito pesada, possui uma velocidade baixíssima em relação a radiação beta e gama, ela é emitida com aproximadamente 15.000 km/s

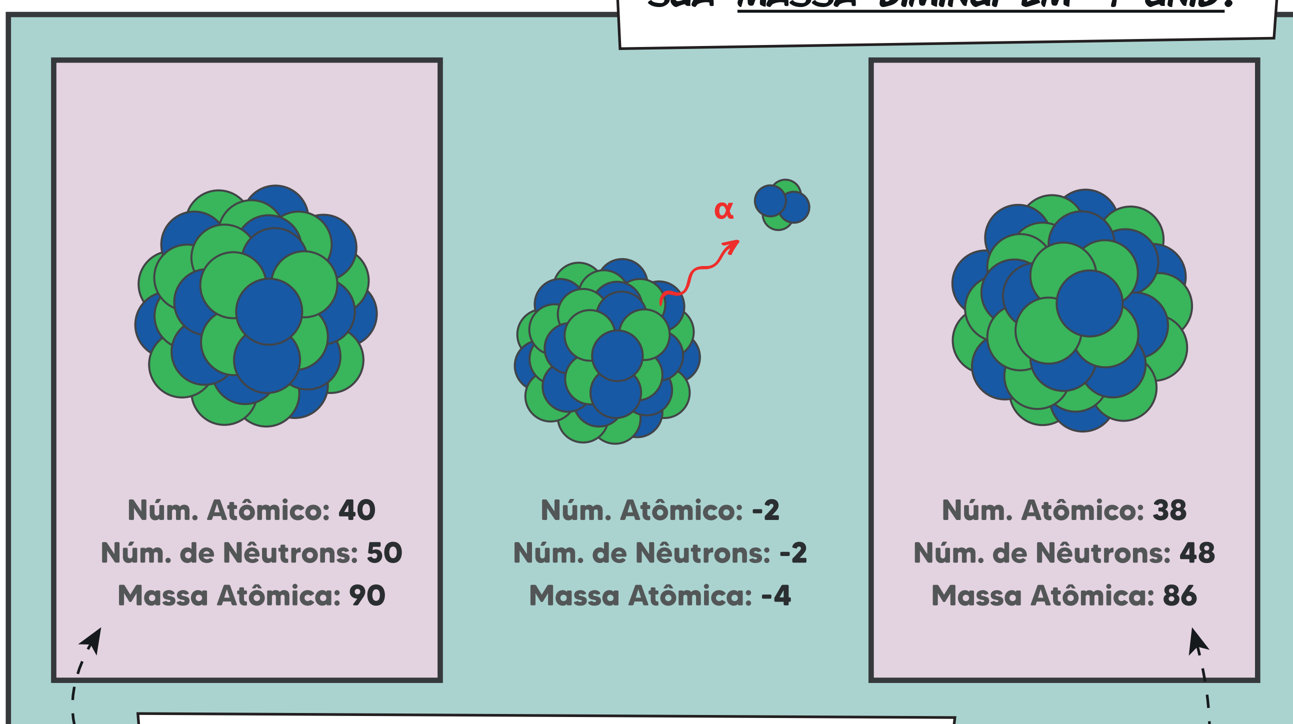


4. E como ela é muito grande, possui dificuldades de atravessar uma única folha de papel

O que muda?

1. Essa emissão é formada por 2 prótons, por isso é esperado que esse átomo que emitiu uma partícula alfa perca 2 unidades no seu número atômico

2. E como são 4 partículas, (2 prótons e 2 nêutrons) a sua massa diminui em 4 unid.



3. Por exemplo, um átomo possui 40 prótons e massa total de 90.

4. Depois de emitir uma partícula alfa, passará a ter 38 prótons e 86 de massa atômica

R.1 - Alfa

Um átomo possui Massa Atômica igual a 124, Número Atômico 60 e 64 Nêutrons. Determine cada um desses números depois que ele emite:

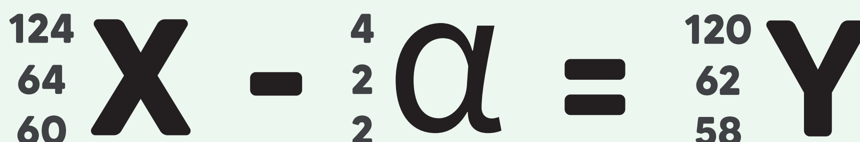
a) Uma partícula alfa
b) 5 partículas alfa

RESOLUÇÃO

Para esse exercício, representaremos os 3 números a esquerda do elemento: Primeiro a massa, seguido do numero de nêutrons e o de prótons (número atômico) por último:



a) Uma particula alfa emitida significa que ele perdeu 2 prótons e 2 nêutrons, logo, menos 4 na massa:



b) Os mesmas quantidades são perdidas, mas tudo multiplicado por 5:



massa: -20
nêutrons: -10
prótrons: -10

01 Um átomo possui Massa Atômica igual a 130, Número Atômico 64 e 66 Nêutrons. Determine cada um desses números depois que ele emite:

a) Uma partícula alfa

b) 5 partículas alfa

02 Um átomo possui Massa Atômica igual a 144 e Número Atômico 68. Determine cada um desses números depois que ele emite:

a) Uma partícula alfa

b) 4 partículas alfa

03 Um átomo possui Massa Atômica igual a 87 e Número Atômico 40. Depois de emitir uma certa quantidade de partículas alfa, sua massa atômica diminui para 71. Determine:

a) A quantidade de particulas alfa emitidas por esse átomo.
b) Seu número atômico ao final da redução.

04 Um átomo possui Massa Atômica igual a 92 e Número Atômico 48. Depois de emitir uma certa quantidade de partículas alfa, seu número atômico passa a ser 44. Determine

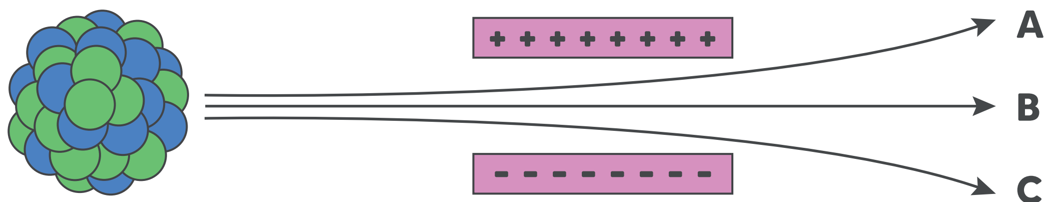
a) A quantidade de particulas alfa emitidas por esse átomo.
b) Sua massa atômica ao final da redução.

05 Explique porque a partícula alfa é também chamada de núcleo de hélio.

06 Explique porque a partícula alfa não é um perigo para o ser humano.

07 Após o átomo radioativo emitir uma partícula alfa, ele se torna outro elemento, explique o porquê.

08 Um átomo radioativo emite uma particula alfa entre duas placas carregadas eletricamente, uma positiva e outra negativa como mostra a figura abaixo:



Qual das letras (A, B ou C) descreve melhor o trajeto realizado por essa partícula alfa? Justifique a sua reposta e desconsidere os efeitos gravitacionais.

RESPOSTAS

01. a) M = 126
N = 64
P = 62

b) M = 110
N = 56
P = 54

02. a) M = 140
P = 66

b) M = 128
P = 60

03. a) 4 partículas alfa (4 x 4 = 16)

b) 40 - 4x2 = 32 prótons

04. a) 2 partículas alfa (2 x 2 = 4)

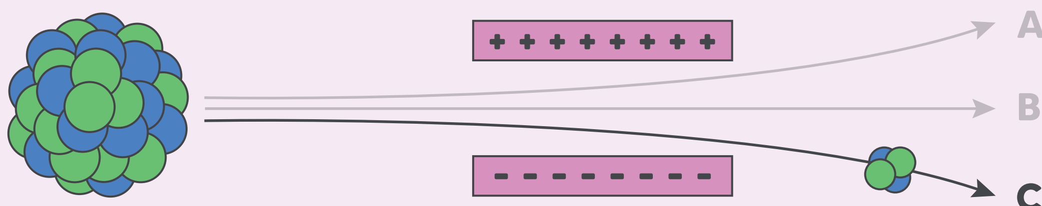
b) 92 - 2x4 = 84 de massa

05. Pois o elemento Hélio (He) também é formado por 2 prótons no seu núcleo, assim como a partícla alfa

06. A radiação alfa possui baixa velocidade e tem dificuldades para atravessar uma única folha de papel, ou seja, ela teria a mesma dificuldade para atravessar a pele humana, causando no máximo queimaduras leves na pele.

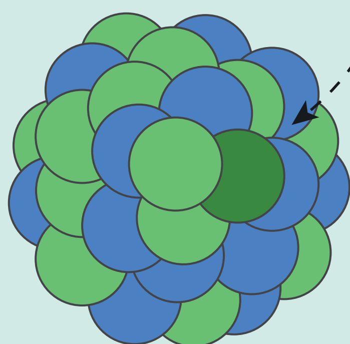
07. Cada elemento da tabela periódica é único pois possui um número atômico específico. Após emitir uma partícula alfa, seu número atômico diminui em 2 unidades, ou seja, vira um outro elemento (que pode ainda ser radioativo ou não).

08. Trajeto C. As partículas alfa possuem 2 prótons em sua composição, e por serem cargas positivas, são atraidas pela placa negativa. Isso faz com que sua trajetória seja deslocada para baixo.

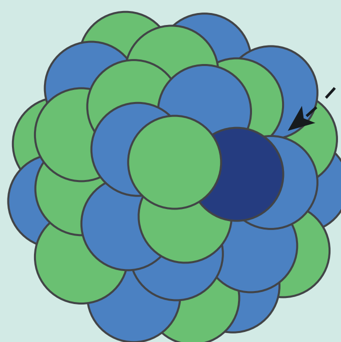


Beta

1. A RADIAÇÃO BETA OCORRE QUANDO UM NÚCLEO ATÔMICO TEM UM DOS SEU NÊUTRONS PERDIDOS (EM VERDE).

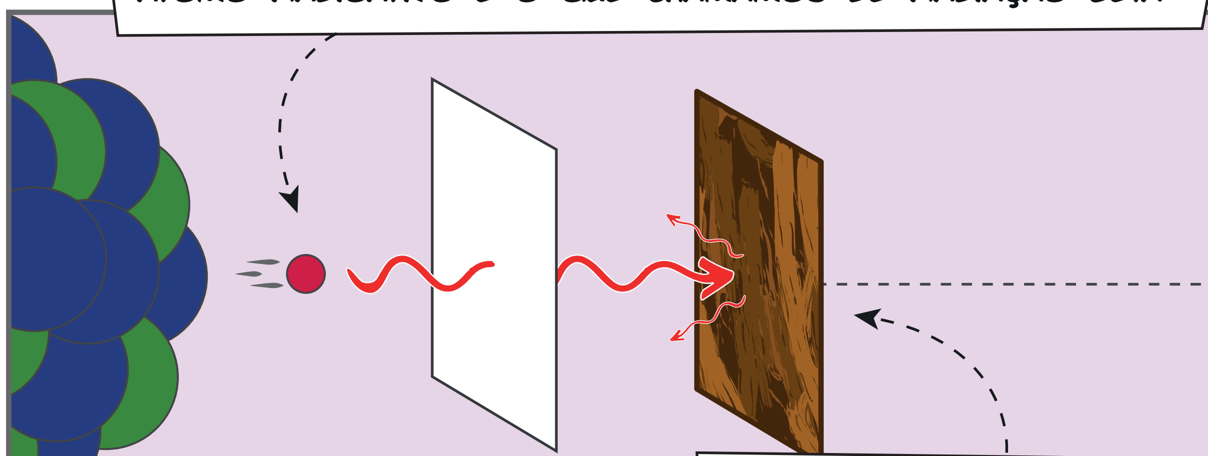


2. ESSE NÊUTRON É RAPIDAMENTE CONVERTIDO PARA UM PRÓTON (EM AZUL) QUE PERMANECE NO NÚCLEO.



3. ESSA CONVERSÃO TAMBÉM GERA OUTRAS DUAS PARTÍCULAS QUE SÃO EMITIDAS EM ALTA VELOCIDADE, UM ELÉTRON E UM NEUTRINO

4. O ELÉTRON (QUE POSSUI CARGA NEGATIVA) EMITIDO PELO ÁTOMO RADIOATIVO É O QUE CHAMAMOS DE RADIAÇÃO BETA



5. COMO É UMA PARTÍCULADE MENOR MASSA, ALCANÇA VELOCIDADES BEM MAIORES COMPARADO COM A ALFA, CERCA DE 95% DA VELOCIDADE DA LUZ!

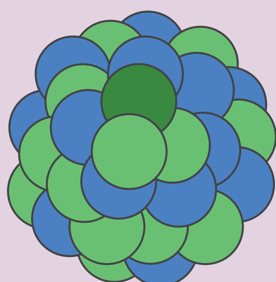
6. E POR SEREM MENORES, SEU PODER DE PENETRAÇÃO TAMBÉM É MAIOR, MAS SÃO BARRADOS POR UMA SIMPLES PLACA DE MADEIRA.

O que muda?

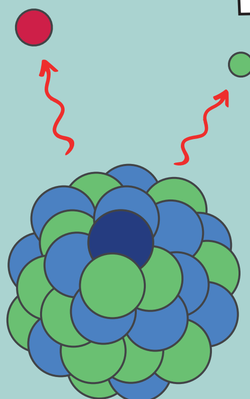
Márcio Azulay exatas

1. O NÚMERO DE NÊUTRONS DIMINUI EM UMA UNIDADE, MAS O NÚMERO ATÔMICO (PRÓTONS) AUMENTA EM UMA UNIDADE.

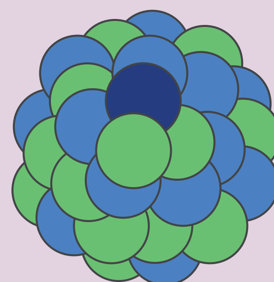
2. E É POR ISSO QUE SUA MASSA ATÔMICA PERMANTE CONSTANTE!



Núm. Atômico: **40**
Núm. de Nêutrons: **50**
Massa Atômica: **90**



Núm. Atômico: **+1**
Núm. de Nêutrons: **-1**
Massa Atômica: **+0**



Núm. Atômico: **41**
Núm. de Nêutrons: **49**
Massa Atômica: **90**

marcioazulayexatas.com

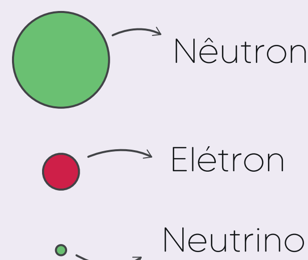
3. POR EXEMPLO, UM ÁTOMO POSSUI 40 PRÓTONS, 50 NÊUTRONS E MASSA ATÔMICA 90.

4. DEPOIS DE EMITIR UMA PARTÍCULA BETA, PASSARÁ A TER 41 PRÓTONS 49 NÊUTRONS E CONTINUARÁ COM 90 NA MASSA.

5. E O NEUTRINO E ELÉTRONS QUE FORAM PERDIDOS? ISSO NÃO IRÁ INFLUENCIARÁ EM NADA, POIS OS DOIS POSSUEM MASSAS INSIGNIFICANTES EM RELAÇÃO AO PRÓTON E NÊUTRONS NO NÚCLEO

O que é o neutrino?

O neutrino é uma partícula subatômica.
É tão pequeno e leve, que sua massa é centenas de vezes menor que a massa de um elétron! E como os nêutrons, também não possui carga. Isso explica porque ela é tão difícil de se detectar!



R.1 - Beta

Um átomo possui Massa Atômica igual a 124, Número Atômico 60 e 64 Nêutrons. Determine cada um desses números depois que ele emite:

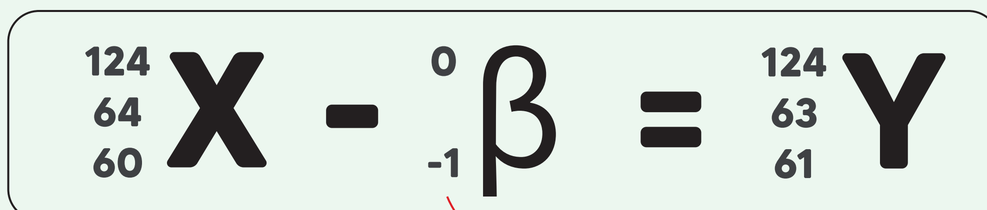
a) Uma partícula beta
b) 5 partículas beta

RESOLUÇÃO

Para esse exercício, representaremos os 3 números a esquerda do elemento: Primeiro a massa, seguido do numero de nêutrons e o de prótons (número atômico) por último:

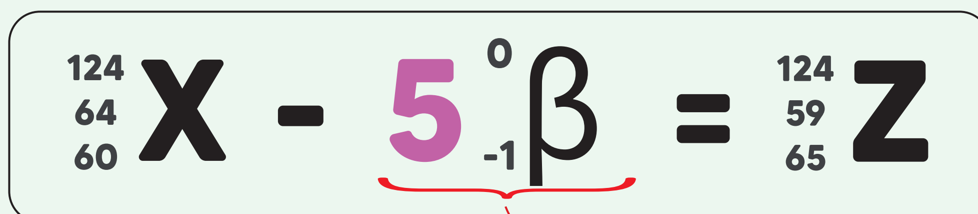


a) Uma particula beta emitida significa que ele perdeu 1 nêutron que se transformou em 1 próton, logo, a massa ficou constante.



Carga negativa do elétron

b) Os mesmas quantidades são perdidas e adicionadas, mas tudo multiplicado por 5:



massa: +0
nêutrons: -5
prótrons: +5

01 Um átomo possui Massa Atômica igual a 130, Número Atômico 64 e 66 Nêutrons. Determine cada um desses números depois que ele emite:

a) Uma partícula beta
b) 5 partículas beta

02 Um átomo possui Massa Atômica igual a 144 e Número Atômico 68. Determine cada um desses números depois que ele emite:

a) Uma partícula beta
b) 4 partículas beta

03 Um átomo possui Massa Atômica igual a 87 e Número Atômico 40. Depois de emitir uma certa quantidade de partículas beta, seu número atômico aumenta para 47. Determine:

a) A quantidade de particulas beta emitidas por esse átomo.
b) A massa atômica ao final do processo
c) O número de nêutrons ao final do processo
d) A quantidade de neutrinos e elétrons emitidos

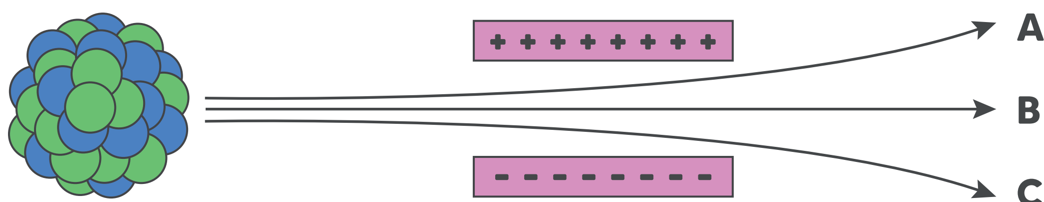
04 Um átomo possui Massa Atômica igual a 92 e Número Atômico 48. Depois de emitir uma certa quantidade de partículas beta, seu número atômico passa a ser 50. Determine:

a) A quantidade de particulas beta emitidas por esse átomo.
b) A massa atômica ao final do processo
c) O número de nêutrons ao final do processo
d) A quantidade de neutrinos e elétrons emitidos

05 Explique porque a partícula beta não é tão perigosa para o ser humano.

06 Após o átomo radioativo emitir uma partícula beta, ele se torna outro elemento, explique o porquê.

07 Um átomo radioativo emite uma particula beta entre duas placas carregadas eletricamente, uma positiva e outra negativa como mostra a figura abaixo:



Qual das letras (A, B ou C) descreve melhor o trajeto realizado por essa partícula beta? Justifique a sua reposta e desconsidere os efeitos gravitacionais.

RESPOSTAS

01. a) M = 130
N = 65
P = 65

b) M = 130
N = 61
P = 69

02. a) M = 144
P = 69

b) M = 144
P = 72

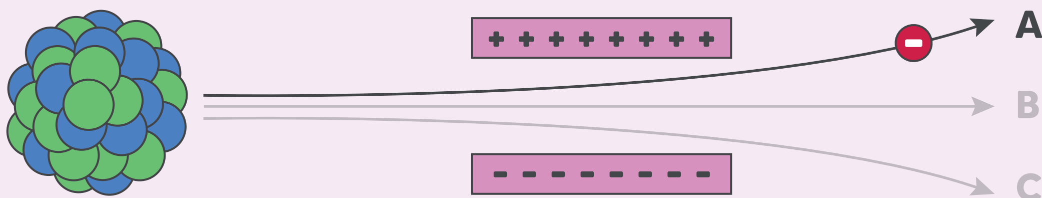
03. a) 7 partículas beta
b) 87
c) Antes: 47 ; Depois: 40
d) 7 neutrinos e 7 elétrons

04. a) 2 partículas beta
b) 92
c) Antes: 44 ; Depois: 42
d) 2 neutrinos e 2 elétrons

05. Seu poder de penetração sobre o corpo humano é maior do que as das partículas alfa, mas penetram apenas 2 cm podendo causar queimaduras, mas são barradas antes de atingir órgãos mais internos do corpo

06. Cada elemento da tabela periódica é único pois possui um número atômico específico. Após emitir uma partícula alfa, seu número atômico aumenta em 1 unidade, ou seja, vira um outro elemento (que pode ainda ser radioativo ou não).

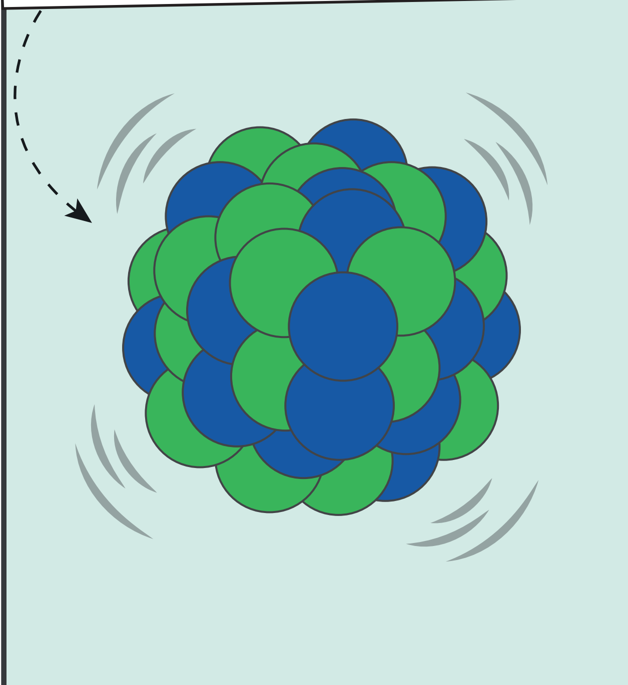
07. Trajeto A. As partículas beta são elétrons lançados em grande velocidade, e por serem cargas negativas, são atraidas pela placa positiva. Isso faz com que sua trajetória seja deslocada para cima.

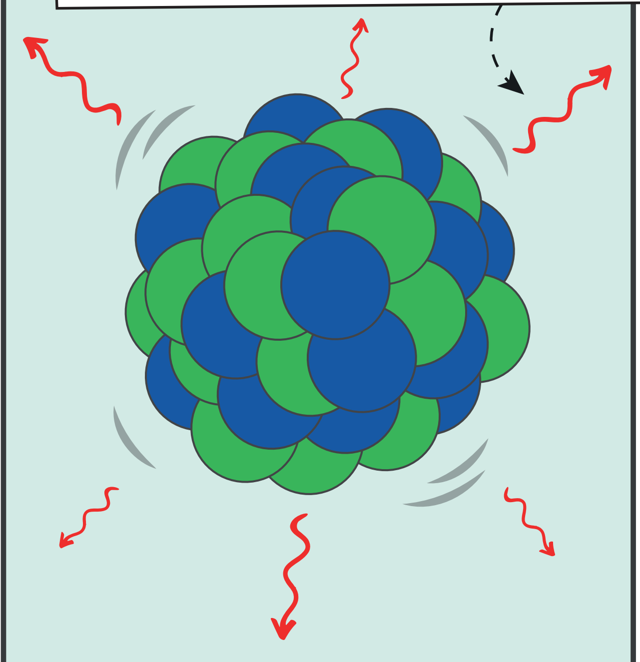


Gama

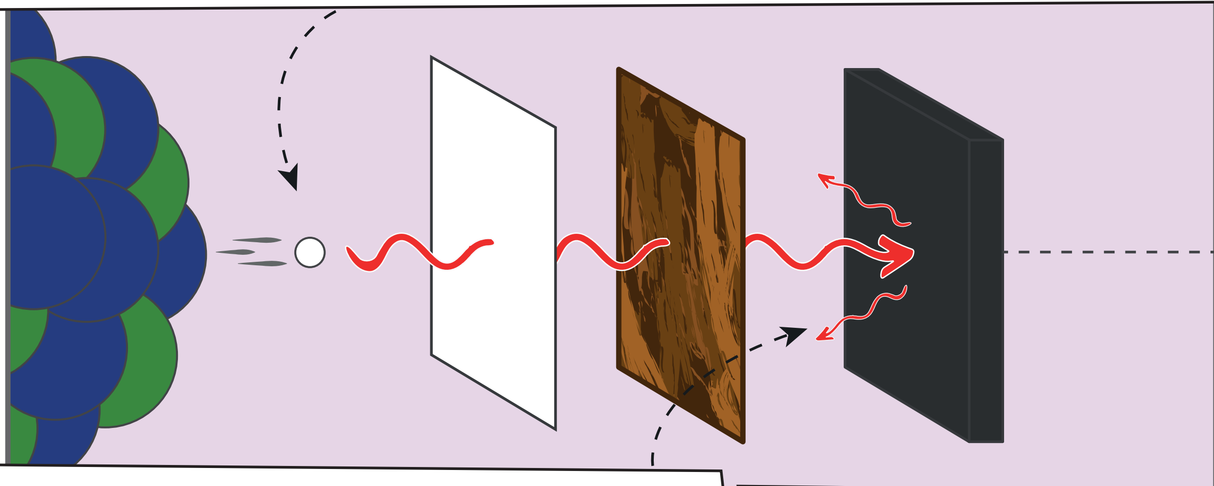
1. A RADIAÇÃO GAMA OCORRE QUANDO O NÚCLEO ATÔMICO INSTÁVEL TEM OS SEUS PRÓTONS E NÊUTRONS REORGANIZADOS EM UMA TENTATIVA DE FICAR MAIS "CONFORTÁVEIS"

2. NESSA REORGANIZAÇÃO, É EMITIDO UMA ONDA DE ALTA FREQUÊNCIA E ALTAMENTE ENERGÉTICA CHAMADA DE RAIO GAMA





3. POR SER UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA, É EMITIDA COM A VELOCIDADE LIMITE DO UNIVERSO, A VELOCIDADE DA LUZ: 300.000 KM/S!



4. E NÃO POSSUI MASSA NENHUMA, PARA BARRAR ESSE TIPO DE RADIAÇÃO, É NECESSÁRIO UMA PLACA DE CHUMBO COM NO MÍNIMO 40CM DE ESPESSURA

5. IMAGINA O ESTRAGO QUE ELA PODE CAUSAR NOS TECIDOS E ÓRGÃOS HUMANOS!

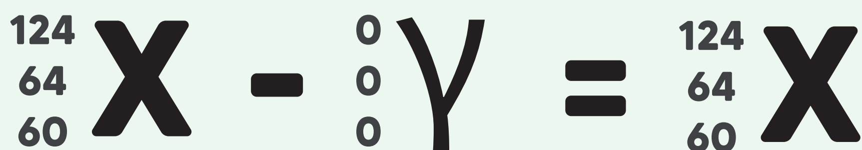
marcioazulayexatas.com

R.1 - Gama

Um átomo possui Massa Atômica igual a 124, Número Atômico 60 e 64 Nêutrons. Determine cada um desses números depois que ele emite uma partícula gama.

RESOLUÇÃO

A partícula gama é um fóton (onda eletromagnética) de alta frequência. Por não ser nenhuma particula de massa, nenhum número irá mudar.



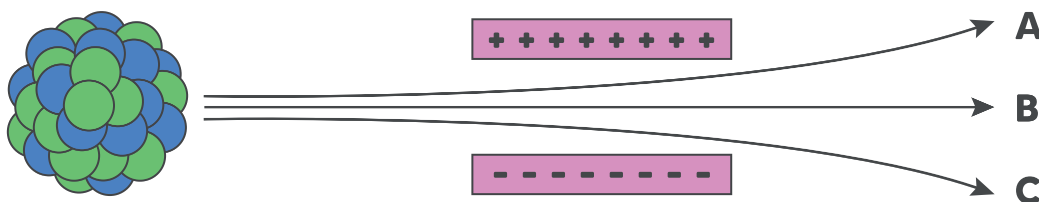
01 Um átomo possui Massa Atômica igual a 130, Número Atômico 64 e 66 Nêutrons. Determine cada um desses números depois que ele emite:

a) Uma partícula gama

b) 5 partículas gama

02 Explique porque a partícula gama é altamente perigosa para o ser humano.

03 Um átomo radioativo emite uma particula gama entre duas placas carregadas eletricamente, uma positiva e outra negativa como mostra a figura abaixo:



Qual das letras (A, B ou C) descreve melhor o trajeto realizado por essa partícula gama? Justifique a sua reposta e desconsidere os efeitos gravitacionais.

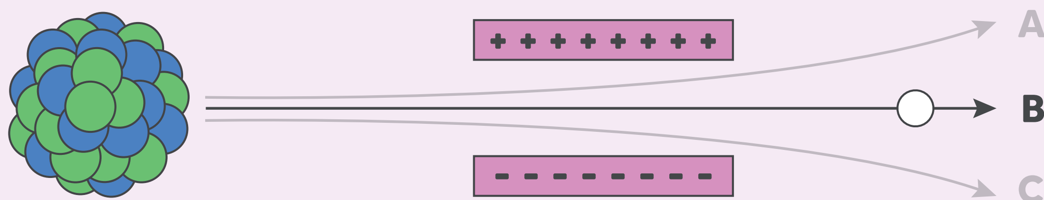
RESPOSTAS

01. a) M = 130
N = 66
P = 64

b) M = 130
N = 66
P = 64

02. Seu poder de penetração e energia é a maior entre as 3 radiações, ela é um tipo de radiação ionizante (que tem poder de arrancar elétrons e desfazer ligações químicas), portanto, a radiação gama pode destruir tecidos do corpo e o material genético (DNA) no interior das células, o que afeta a divisão celular.

03. Trajeto B. As partículas gama não possuem carga, por isso não são atraídas por nenhuma das duas placas carregadas, logo, a sua trajetória será mantida constante:



R.1 - Números Finais

Um átomo possui Massa Atômica igual a 130 e Número Atômico 68. Determine cada um desses números depois que ele emite 2 partículas alfa e 5 betas.

RESOLUÇÃO

Vamos começar analisando a massa atômica final, ela é mais fácil porque é somente afetada pela emissão das 2 partículas alfa:

Cada partícula alfa emitida significa uma diminuição de 4 unidades na massa atômica, logo, 2 emissões diminuirá 8 unidades:

$$M = 130 - 4\alpha$$
$$M = 130 - 4(2)$$
$$M = 130 - 8$$
$$M = 122$$

Quantidade de partículas alfa

Depois analise a número atômico. Cada partícula alfa emitida significa uma diminuição de 2 unidades e cada partícula beta um aumento de 1 unidade:

$$Z = 68 - 2\alpha + 1\beta$$
$$Z = 68 - 2(2) + 1(5)$$
$$Z = 48 - 4 + 5$$
$$Z = 49$$

Quantidade de partículas beta

01 Um átomo possui Massa Atômica igual a 126 e Número Atômico 67. Determine cada um desses números depois que ele emite 7 partículas alfa e 2 betas.

02 Um átomo possui Massa Atômica igual a 101 e Número Atômico 60. Determine cada um desses números depois que ele emite 3 partículas alfa e 6 betas.

03 Um átomo possui Massa Atômica igual a 144 e Número Atômico 80. Determine cada um desses números depois que ele emite 1 partícula alfa e 6 betas.

R.2 - Número de Partículas

Um átomo possui Massa Atômica igual a 120 e Número Atômico 65. Após emitir uma certa quantidade de partículas alfa e beta, esses números passaram a ser 108 e 64 respectivamente.

Determine a quantidade de partículas alfa e beta emitidas

RESOLUÇÃO

Vamos começar analisando a massa atômica final novamente.

Use as mesmas equações usadas no exercício anterior:

$$M_{(final)} = M_{(inicial)} - 4$$
$$108 = 120 - 4\alpha$$
$$-12 = -4\alpha$$
$$\alpha = 3$$

E agora, o número atômico:

$$Z_{(final)} = Z_{(inicial)} - 2\alpha + 1\beta$$
$$64 = 65 - 2\alpha + 1\beta$$
$$64 = 65 - 2(3) + 1\beta$$
$$64 = 59 + \beta$$
$$\beta = 5$$

Já descobrimos a quantidade de partículas alfa

04 Um átomo possui Massa Atômica igual a 110 e Número Atômico 60. Após emitir uma certa quantidade de partículas alfa e beta, esses números passaram a ser 90 e 56 respectivamente.

Determine a quantidade de partículas alfa e beta emitidas

05 Um átomo possui Massa Atômica igual a 167 e Número Atômico 77. Após emitir uma certa quantidade de partículas alfa e beta, esses números passaram a ser 159 e 77 respectivamente.

Determine a quantidade de partículas alfa e beta emitidas

RESPOSTAS

01. M = 98 ; Z = 55

02. M = 89 ; Z = 60

03. M = 140 ; Z = 84

04. 5 alfas e 6 betas

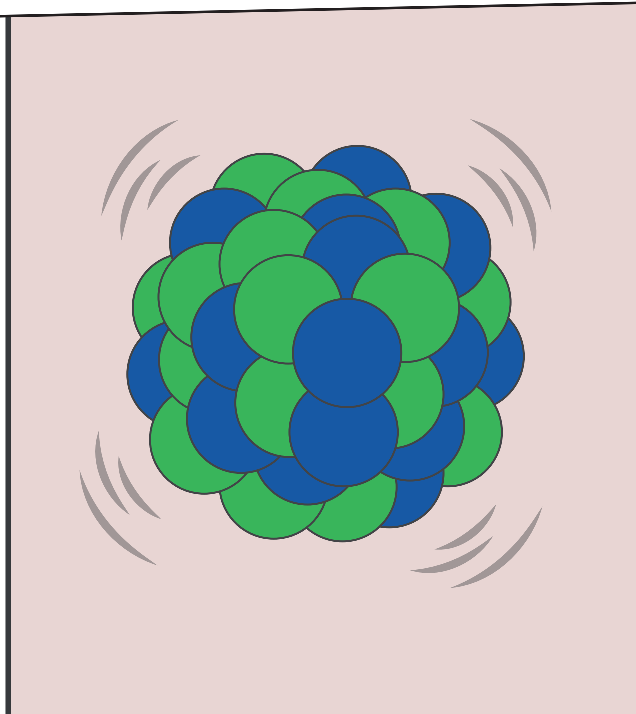
05. 2 alfas e 4 betas

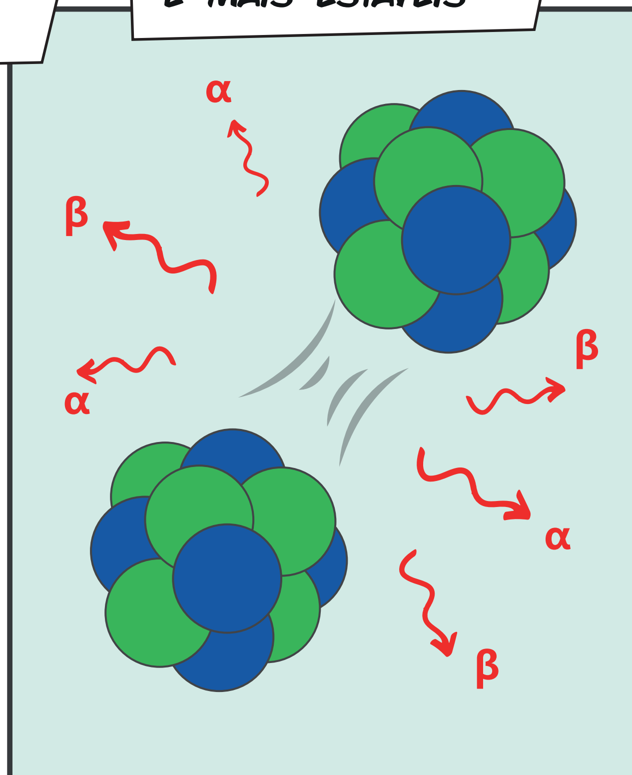
Meia-Vida

Márcio Azulay exatas

1. Seja pela emissão de partículas alfa e beta, ou simplesmente pela quebra de núcleos instáveis, uma amostra de elemento radioativo tende a diminuir em quantidade.

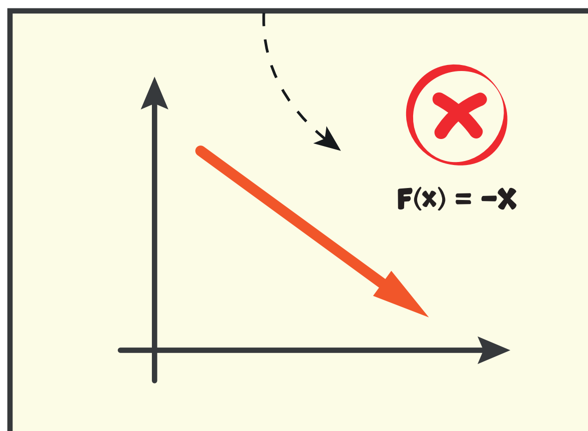
2. E vira átomos cada vez menores e mais estáveis

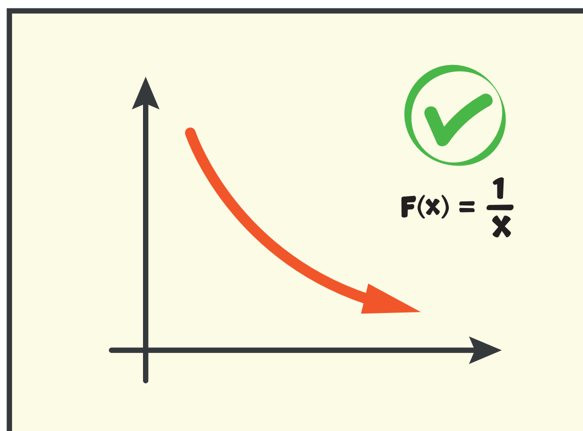




3. Mas isso leva tempo, e ele não decresce de forma linear

4. Esse decaimento é melhor aproximado para o que chamamos de função inversa





5. MAS AFINAL, O QUE É MEIA-VIDA?

É O TEMPO EM QUE CERTA QUANTIDADE DE UM MATERIAL RADIOATIVO DIMINUI PARA METADE DO QUE ERA ANTES

100 G → 50 G → 25 G → 12,5 G

6. MAIS PRECISAMENTE, A FUNÇÃO DA MEIA-VIDA É ESSA:

$$N_F = \frac{N_0}{2^x}$$

N_f: Quantidade de matéria final
N_0: Quantidade de matéria inicial
x: Quantidade de meias-vidas

7. CADA ELEMENTO TEM O SEU TEMPO DE MEIA-VIDA, ALGUNS LEVAM ANOS, E OUTROS, POUCOS SEGUNDOS

A TABELA AO LADO POSSUI ANGUNS DESSES VALORES

URÂNIO-235	700 MILHÕES DE ANOS
FRÂNCIO-223	22 MINUTOS
POLÔNIO-221	0,5 SEGUNDOS
POLÔNIO-215	1,8 MILISSEGUNDOS

R.1 - Massa Final

400 g de uma amostra radioativa possui meia-vida de 20 dias. Determine a massa final da amostra após 100 dias de atividade.

RESOLUÇÃO

Para usar a fórmula da meia vida, precisamos do valor "x" (a quantidade de meias-vidas que se passaram).

Se a meia-vida é de 20 dias e se passaram 100 dias, significa que ele passou por 5 fases completas:

$$x = \frac{\text{Tempo total}}{\text{Tempo de MV}} = \frac{100 \text{ dias}}{20 \text{ dias}} = 5$$

Agora já podemos usar a fórmula:

$$M_f = \frac{M_o}{2^x} = \frac{400}{2^5} = \frac{400}{32} = 12{,}5 \text{ g}$$

Ao final desse período, só sobrou 12,5 g de material radioativo.

01 2048 g de uma amostra radioativa possui meia vida de 12 dias. Determine a massa final da amostra após 120 dias de atividade.

02 500 g de uma amostra radioativa possui meia vida de 15 dias. Determine a massa final da amostra após 60 dias de atividade.

Dica: Caso ache alguma fração durante os cálculos, tente manter a fração até o último instante, só transforme para decimal a resposta final

R.2 - Tempo

400 g de uma amostra radioativa possui meia-vida de 20 dias. Determine o tempo necessário para que essa amostra se reduza a 100 g.

RESOLUÇÃO

Use a fórmula principal:

$$M_f = \frac{M_0}{2^x} \rightarrow 100 = \frac{400}{2^x} \rightarrow 2^x = \frac{400}{100}$$

$$2^x = 4 \rightarrow 2^x = 2^2 \rightarrow \cancel{2}^x = \cancel{2}^2 \rightarrow x = 2$$

Se passaram 2 períodos de meia-vida

Agora podemos achar o tempo total:

$$x = \frac{\text{Tempo total}}{\text{Tempo de MV}}$$

$$2 = \frac{\text{Tempo total}}{20 \text{ dias}}$$

$$\text{Tempo total} = 40 \text{ dias}$$

03 2048 g de uma amostra radioativa possui meia vida de 12 dias. Determine o tempo necessário para que essa amostra se reduza a 4 g.

04 1 kg de uma amostra radioativa possui meia vida de 15 dias. Determine o tempo necessário para que essa amostra se reduza a 62,5 g.

R.3 - Meia Vida
400 g de uma amostra radioativa se reduziu a 50 g após 30 anos. Determine o período de meia vida desse isótopo radioativo.

RESOLUÇÃO

Use a fórmula principal:

$$M_f = \frac{M_0}{2^x} \rightarrow 50 = \frac{400}{2^x} \rightarrow 2^x = \frac{400}{50}$$

$$2^x = 8 \rightarrow 2^x = 2^3 \rightarrow \cancel{2}^x = \cancel{2}^3 \rightarrow x = 3$$

Se passaram 3 períodos de meia-vida

Agora podemos achar o período de meia-vida:

$$x = \frac{\text{Tempo total}}{\text{Tempo de MV}}$$

$$3 = \frac{\text{30 anos}}{\text{Tempo de MV}}$$

$$\text{Tempo de MV} = \text{10 anos}$$

05 2048 g de uma amostra radioativa se reduziu a 128 g após 50 anos. Determine o período de meia vida desse isótopo radioativo.

06 4 kg de uma amostra radioativa se reduziu a 125 g após 10 minutos. Determine o período de meia vida desse isótopo radioativo.

R.4 - Porcentagem

Certa amostra de um isótopo radioativo se reduziu a 25% da sua massa inicial. Sabendo que o seu período de meia-vida é de 5 minutos, qual foi o tempo total do decaimento?

RESOLUÇÃO

Use a fórmula principal, quando o problema utilizar porcentagens, a quantidade inicial sempre será 100%:

$$M_f = \frac{M_o}{2^x} \rightarrow 25\% = \frac{100\%}{2^x} \rightarrow 2^x = \frac{100\%}{25\%}$$

$$2^x = 4 \rightarrow 2^x = 2^2 \rightarrow \cancel{2}^x = \cancel{2}^2 \rightarrow x = 2$$

Se passaram 2 períodos de meia-vida

Agora podemos achar o tempo total:

$$x = \frac{\text{Tempo total}}{\text{Tempo de MV}}$$

$$2 = \frac{\text{Tempo total}}{\text{5 minutos}}$$

Tempo total = 10 minutos

07 Certa amostra de um isótopo radioativo se reduziu a 12,5% da sua massa inicial. Sabendo que o seu período de meia-vida é de 40 anos, qual foi o tempo total do decaimento?

08 Certa amostra de um isótopo radioativo se reduziu a 1/64 da sua massa inicial. Sabendo que o seu período de meia-vida é de 9 minutos, qual foi o tempo total do decaimento?

RESPOSTAS

01. **Mf = 2 g** Dica: x = 10

02. **Mf = 31,25 g** Dica: x = 4

03. **t = 108 dias** Dica: x = 9

04. **t = 60 dias** Dica: x = 4

05. **t = 12,5 anos** Dica: x = 4

06. **t = 2 minutos** Dica: x = 5

07. **t = 120 anos** Dica: x = 3

08. **t = 54 minutos** Dica: x = 6

Dica: Em casos de fração, a quantidade inicial é sempre 1

Potências de 2

$2^1 = 2$	$2^7 = 128$
$2^2 = 4$	$2^8 = 256$
$2^3 = 8$	$2^9 = 512$
$2^4 = 16$	$2^{10} = 1024$
$2^5 = 32$	$2^{11} = 2048$
$2^6 = 64$	$2^{12} = 4096$

Para exercícios que não finalizem em potências de 2, é necessário usar logaritmos.